

## SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA TERMOQUÍMICA EN LA QUÍMICA DEL NIVEL BACHILLERATO

**TREJO CANDELAS, L. (1); DELGADO HERRERA, T. (2) y FLORES ALMAZÁN, S. (3)**

(1) Fisicoquímica. UNAM [lmtrejo@unam.mx](mailto:lmtrejo@unam.mx)

(2) UNAM. [te21delgado@hotmail.com](mailto:te21delgado@hotmail.com)

(3) UNAM. [safasusa1@hotmail.com](mailto:safasusa1@hotmail.com)

---

### Resumen

La termoquímica de nivel bachillerato no ha podido integrar la termodinámica con la química general. El modelo central que se pretende aprender de energía de enlace (se libera energía cuando un enlace químico se forma) es contrario a lo que piensan muchos profesores y estudiantes, y se necesitan experimentos y tiempo para su construcción en el aula. Para estudiar este problema revisamos algunas dificultades relacionadas al aprendizaje de la termoquímica. Identificamos el qué conviene enseñar del tema y hacemos recomendaciones de su enseñanza. Nuestra propuesta incluye detección de concepciones alternativas, fomento de la motivación y metacognición, empleo de estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación-regulación, etc.

---

### Objetivos

Diseñar una secuencia didáctica sobre termoquímica a nivel bachillerato basada en los avances de las investigaciones sobre enseñanza de las ciencias y, en particular, de la Química. Se espera que esta secuencia incluye actividades para contextualizar la temática, explicitar las ideas previas como primer paso para modelar, evaluar y regular los avances, etc.

## Marco teórico

Una idea clave en química es la reacción química y entre sus componentes básicos está la energía asociada. En el nivel preuniversitario, desde los años 1970's, se introdujeron conceptos y vocablos de la termodinámica en la química general para discutir, p. ej., los efectos energéticos en las reacciones químicas de una manera cuantitativa ('entalpía de reacción' substituyó 'calor de reacción') (Goedhart et al, 2002). Estas ideas, junto con la naturaleza de los enlaces químicos, permiten a la química del nivel preuniversitario hacer predicciones (Boo, 1998). Sin embargo, ambos modelos, por separado son difíciles de aprender. Y no es sorprendente encontrar que su integración en la Termoquímica produce malos resultados en la escuela. En el nivel universitario sólo 30 % alumnos y 55 % profesores responden de manera correcta (Kruse et al, 2005). Y en el nivel preuniversitario los resultados en estudiantes son similares o peores a pesar de que ya se les ha enseñado sobre enlaces químicos, cambio de entalpía de reacción, entalpías de enlace, etc. (Boo, 1998).

Como profesores de Termodinámica, expertos en el nivel universitario y participes en programas de formación y actualización de profesores de química nivel preuniversitario, queremos avanzar en esta situación al proponer secuencia didáctica sobre lo mínimo que conviene enseñar en éste nivel de termoquímica.

## Desarrollo del tema

Para estudiar este problema revisamos algunas dificultades relacionadas al aprendizaje de la termoquímica publicadas en las investigaciones sobre enseñanza de las ciencias y, en particular, de la Química. La búsqueda inicial de referencias se ha realizado detectando primero las palabras clave en inglés (i. e. chemical bonding, thermochemistry, etc.) y después revisando tanto bases de datos generales de referencias como Web of Science, Scopus, ERIC, etc. como artículos específicos en revistas o bases de datos especializadas en educación química como Journal of Chemical Education y Science Finder. De estas fuentes se hizo una primera selección donde se analizaron las publicaciones para detectar ideas, reflexiones, recomendaciones, citas cruzadas, etc. De esta información surgieron nuevas referencias bibliográficas clave para su análisis. Con base en la literatura analizada identificamos el qué y el cómo conviene enseñar este tema. Nuestra secuencia incluye actividades para contextualizar la temática, explicitar las ideas previas como primer paso para modelar, evaluar y regular los avances, etc.

Entre los aspectos que dificultan el aprendizaje sobre la termoquímica en alumnos y profesores de nivel preuniversitario los especialistas indican: i) La enseñanza tradicional no permite que los estudiantes construyan modelos robustos para decir porqué y cómo ocurre una reacción química, ni para emplear la energía en explicaciones o predicciones, y tampoco ayuda a establecer relaciones entre termodinámica y enlace químico, ii) la energía asociada a la reacción química se considera más un efecto secundario o causa que parte importante de ella como la transformación de sustancias y la conservación de masas y elementos, iii) los alumnos confunden conceptos relacionados a partículas y sus interacciones (átomos, moléculas, iones, enlaces, etc.), iii) muchos estudiantes piensan que romper un enlace libera energía, sea porque cotidianamente se necesita energía para construir algo, porque se dice que combustibles y alimentos almacenan energía, porque enlace significa comúnmente una unión que necesita energía para ocurrir, etc., iv) los alumnos confunden energía de activación con los efectos térmicos de una reacción, y así

confunden endotérmico y exotérmico, etc. (Boo, 1998; Goedhart, 2002).

Sobre qué es lo más importante de esta área que debe aprender un alumno promedio de nivel bachillerato que no va a estudiar más curso de Química encontramos una idea básica repetitiva en diversas fuentes: Se libera energía cuando un enlace químico se forma. Si se quiere ampliar y aplicar este modelo microscópico en el contexto de las reacciones y los enlaces químicos se puede decir que en una reacción química los reactivos se transforman en productos mediante enlaces químicos que se rompen y se forman, que se necesita energía para romper enlaces en reactivos y que se libera energía cuando se forman enlaces en los productos, que las reacciones que liberan energía se caracterizan por romper enlaces débiles y formar enlaces más fuertes y que la energía de enlace de un enlace químico específico se puede definir como la energía requerida para romper tal enlace o, de forma equivalente, como la energía liberada cuando se forma ese enlace (Teichert et al, 2002). Y además de esta idea consideramos importante incluir la de energía de activación: La energía mínima necesaria para que una reacción ocurra apreciablemente. (p.ej una chispa, una flama, calentar, etc.) Se emplea para romper los primeros enlaces de reactivos. También puede verse como la barrera de energía que separa la energía de los reactivos y productos con todos sus enlaces rotos.

Para contextualizar la temática se recomienda presentar y discutir aplicaciones cotidianas de la temática que sean interesantes y relevantes como: a) contenido calorífico de alimentos, comida chatarra y nutrición, metabolismo, cocina, etc.

Entonces se puede realizar la primera actividad: Evaluaciones diagnósticas sobre ideas de Termoquímica (p. ej. energía, calor, energía térmica, endotérmico, exotérmico, energía de enlace, energía de activación, etc.) y sobre los prerrequisitos mínimos de Química general para entender la termoquímica (cambio químico, reacción química, enlace químico, etc.). Los resultados nos permiten conocer el nivel de conocimientos de los estudiantes y sus concepciones alternativas. Aquí es importante mantener un clima de aula con respeto para que las respuestas sean honestas y sin presión. Indicar que no son exámenes con calificación sino evaluaciones que retroalimentan a novatos y expertos y que permiten planear mejor las siguientes actividades.

Para el desarrollo posterior del tema se recomienda emplear una selección de experimentos demostrativos que ilustren gradualmente los conceptos necesarios para discutir y construir el modelo energía de enlace (se libera energía cuando un enlace químico se forma). La secuencia didáctica posterior (y posibles experimentos) podría ser: i) transformaciones de energía son inherentes a toda reacción química; ii) energía de activación (Li et al, 1996), reacciones endotérmicas y energía de enlace. La forma de trabajo en el aula o laboratorio recomendamos sea con la estrategia Predicción-Observación-Explicación en equipos colaborativos de 5 ó 7 integrantes. Se busca, además, fomentar la comunicación, discusión, negociación y alcance de significados consensuados entre ellos y todo el grupo y el docente.

## Conclusiones

La termoquímica de nivel bachillerato no ha podido integrar la termodinámica con la química general. El modelo central que se pretende aprender de energía de enlace (se libera energía cuando un enlace químico se forma) es contrario a lo que piensan muchos profesores y estudiantes, y se necesitan experimentos y tiempo para su construcción en el aula.

Nuestra propuesta incluye detección de concepciones alternativas, fomento de la motivación y metacognición, empleo de estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación-regulación, etc.

## Referencias bibliográficas

BOO, H.K. (1998). Students' understanding of chemical bonds and the energetics of chemical reactions, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.

GOEDHART, M.J. & KOPER, W. (2002). From chemical energetics to chemical thermodynamics, en Gilbert J. K. et al. (eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. The Netherlands: Kluwer. pp 339-362.

KRUSE, R.A. & ROEHRIG, G.H. (2005). A Comparison Study: Assessing Teachers' Conceptions with the Chemistry Concepts Inventory, *Journal of Chemical Education*, 82(8), 1246-1250.

LI, J.; DAI, L.S. & YOU, L.S. (1996). A Modified Demonstration of the Activation Energy Concept, *Journal of Chemical Education*, 73(10), 948-949.

TEICHERT, M.A. & STACY, A.M. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas, *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496.

## CITACIÓN

TREJO, L.; DELGADO, T. y FLORES, S. (2009). Sobre la enseñanza de la termoquímica en la química del nivel bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3576-3579  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3576-3579.pdf>